

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-304092

(43)Date of publication of application : 16.11.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/20  
H01L 21/027  
H01L 21/3205

(21)Application number : 03-018200

(71)Applicant : RES DEV CORP OF JAPAN

(22)Date of filing : 14.01.1991

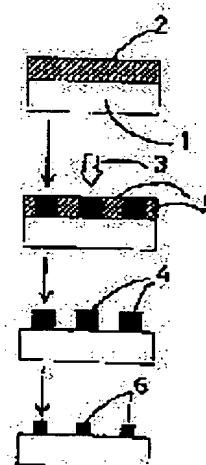
(72)Inventor : KOSHIDA NOBUYOSHI

## (54) QUANTUM WIRE STRUCTURE AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable a VLSI of 1 gigabit class, a SAW device of GHz band, and the quantum effect of compound semiconductor to be realized by a method wherein a specific metal fine wire of specific width is provided onto a substrate or the etched surface of the substrate.

CONSTITUTION: Amorphous thin films of MoO<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, and mixture of them are formed on a single-crystal Si substrate 1 respectively through an electron beam evaporation method, the surfaces of the thin film are irradiated with a Ga<sup>+</sup> converged ion beam 3 and then etched with alkaline solution. The substrate 1 is subjected to a reducing treatment in an atmosphere of H<sub>2</sub> at a temperature of 800° C or so to form metal fine wires 6 of Mo and W, whereby a fine wire pattern below 200nm in width is obtained. By this setup, a fine wire pattern of this design is applicable to the wiring of a VLSI of 1 gigabit class, an X-ray mask, a SAW element of 20GHz band, or the like, and also a wire pattern below 50nm in width can be realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3236307

[Date of registration] 28.09.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-304092

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

H01L 21/20  
21/027  
21/3205

識別記号

庁内整理番号  
9171-4M

FI

技術表示箇所

8831-4M

H01L 21/30

341 P

8831-4M

351

審査請求 未請求 請求項の数5(全4頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-18200

(22)出願日 平成3年(1991)1月14日

特許法第30条第1項適用申請有り 1990年7月18日 日本応用物理学会主催の「Digest of Papers 1990 3rd Microprocess Conference」において文書をもって発表

(71)出願人 390014535

新技術事業団

東京都千代田区永田町2丁目5番2号

(72)発明者 越田 信義

東京都小平市上木本町6-5-10-203

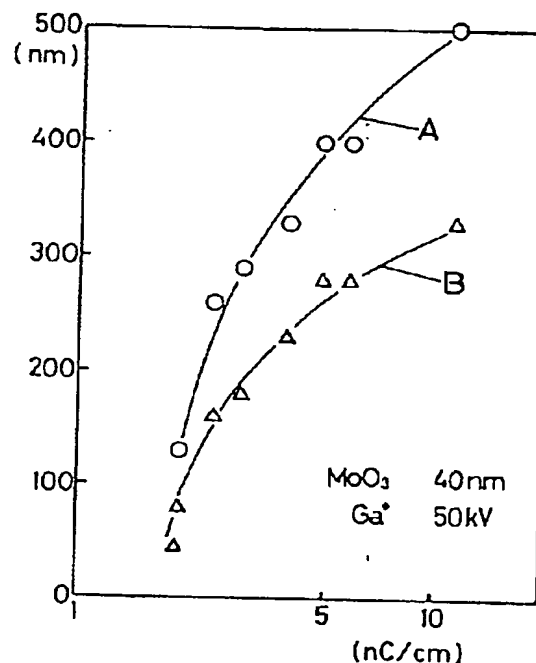
(74)代理人 弁理士 西澤 利夫

(54)【発明の名称】 量子細線構造とその形成方法

(57)【要約】

【構成】 200nm以下、特に100nm以下の幅の金属細線を基板上または被エッチング表面に配設してなる量子細線構造。

【効果】 1ギガビット級の超LSIの配線やX線マスク、20GHz帯SAW素子等への応用が可能となる。50nm以下の細線化も可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 200nm以下の幅の金属細線を基板上または被エッチング表面に配設してなることを特徴とする量子細線構造。

【請求項2】 100nm以下の幅の金属細線からなる請求項1の量子細線構造。

【請求項3】 基板または被エッチング表面に金属酸化物薄膜を蒸着し、集束イオンビームを照射してパターンニングし、被照射部を残してエッチング処理し、さらに還元して基板上または被エッチング表面上に200nm以下の幅の金属細線を配設することを特徴とする量子細線構造の形成方法。

【請求項4】 100nm以下の幅の金属細線を配設する請求項3の量子細線構造の形成方法。

【請求項5】 基板または被エッチング表面に金属酸化物薄膜を蒸着し、集束イオンビームを照射してパターンニングし、エッチング処理後に形成されたパターンをマスクとして基板またはエッチング表面をエッチング処理することを特徴とする量子細線構造の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、量子細線構造とその形成方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、IC量産ラインで使用されている有機レジストの解像度限界を超え、量子化機能素子の実現をも可能とする新しい量子細線構造とその形成方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術とその課題】 マイクロエレクトロニクス、超LSI技術の急速な発展によって、微細加工は極微の領域にまで到達しはじめている。実際、ICの量産ラインにおいても、有機レジストの使用によって0.2μm程度の解像度まで達成されている。しかしながら、現状の有機レジストによる解像度は、有機レジストが膨張してパターンを崩す近接効果などにより0.2μm程度が限定とされている。また、現在のアルミニウム配線も素子による発熱のための破断などの問題をかかえている。このため、たとえば1ギガビット級の超LSI開発のためには、微細パターンニング技術、微細配線技術等の面においては、早急に解決すべき困難な課題が残されていた。

【0003】 今後の超微細加工、超高集積、超高密度化等の要請に対処していくためには、これまでのパターンニング、配線等における細線化技術を大きく超えていく技術的ブレークスルーが必要とされている。このような状況において量子細線（箱）構造についての関心が高まり、量子効果が実現される新たな技術的手段の探索が各方面において精力的に進められている。

【0004】 しかしながら、これまでの状況では、アイデア、構想の提案は各種なされているものの技術的実現性を明示したものや、その可能性に客観的根拠を与えた

試みはほとんど見られないのが実情である。この発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、従来の微細化技術の限界を克服し、1ギガビット級超LSIやGHz帯SAWデバイス、そして化合物半導体の量子効果の実現をも可能とする新しい手段を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は、上記の課題を解決するものとして、200nm以下、さらには100nm以下の幅の金属細線を基板上または線エッチング表面に配設してなることを特徴とする量子細線構造を提供する。またこの発明は、基板または被エッチング表面に金属酸化物薄膜を蒸着し、集束イオンビームを照射してパターンニングし、被照射部を残してエッチング処理し、さらに還元して基板上または被エッチング表面上に200nm以下、さらには100nm以下の幅の金属細線を配設することを特徴とする量子細線構造の形成方法をも提供する。

【0006】 この発明の量子細線構造について、その形成方法の観点からさらに説明すると、図1に例示したように、たとえば、Si、Ge等の半導体、GaAs、InSb等の化合物半導体、LiTaO<sub>3</sub>、LiNbO<sub>3</sub>等の酸化物等からなる基板（1）の表面に、電子ビーム蒸着、抵抗加熱蒸着、CVD等によって金属酸化物薄膜（2）を蒸着する。

【0007】 この金属酸化物薄膜（2）は、アモルファス薄膜とするのが好ましく、たとえばMo、W、Ta、Nb、V等の高融点金属等をそのための金属として好適に使用することができる。次いでこの金属酸化物被薄膜（2）に対して、集束イオンビーム（3）を照射する。なお、金属酸化物薄膜（2）の厚さについて特に限定はないが、たとえば20～150nm程度とすることができる。集束イオンビーム（3）についても、この薄膜（2）の種類と厚みに応じて、イオン種やそのビームエネルギーを選定することができる。

【0008】 次いで、イオンビームの照射部（4）を残し、非照射部（5）のアモルファス組織をエッチングにより除去する。なお、金属酸化物をマスク等として使用する場合には、この関係を逆にすることもできる。エッチングとしては、NaOH、その他のアルカリ、あるいは酸によるウェットエッチングや、イオンビーム、Arスパッタ、RIE、ECR等の手段によるドライエッチングの各種の手段を適宜に採用することができる。

【0009】 次いで、さらに還元処理することにより金属（6）の細線を形成する。この時の還元処理としては、たとえば水素ガス中において800℃、あるいは600～1000℃程度の熱処理によって可能となる。もちろん、化学的処理であってもよい。得られる金属（6）細線は、その幅が200nm以下、さらには100nm以下の量子細線構造とすることができる。このような

方法として、金属または前記の通りの金属酸化物をマスクとしてGaAs、InSb等の化合物半導体の量子細線を形成することもでき、集束イオンビームにより形成された金属酸化物あるいは還元処理された金属パターンをマスクとして化合物半導体をエッチングして形成することができる。

【0010】たとえば、半絶縁性GaAsの基板上に形成された10~100nm程度の厚みのエピ成長GaAs、あるいはヘテロ化合物うえに10~100nm厚さのWO<sub>3</sub> またはW等のパターンを形成し、エピ成長層をエッチングする。この場合、一般的には、エピ成長層とWO<sub>3</sub> (MoO<sub>3</sub>) またはW (Mo) 等とのエッチング速度比(選択比)が10以上であれば適宜な手段が使用可能である。

【0011】具体的には、電圧500VのArスパッタリング装置のGaAsとWとのエッチング速度はそれぞれ、700nm/分、20~30nm/分であり、選択比が25~30と良好な値である。また、GaAs用エッチングガスとして知られているCCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub> とHe、CCl<sub>4</sub> とO<sub>2</sub> を用いたRIEでは、GaAsのエッチレートは600nm/分であるのに対し、Wは20nm/分以下であり、充分な選択比を有している。一方、ウェットエッチングにおいては、GaAsが硫酸系(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O)とリン酸系(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O)のエッチングで400~1500nm/分のエッチレートでエッチングされるが、WO<sub>3</sub>、MoO<sub>3</sub>は酸に対して不溶である。このことを利用することもできる。

【0012】以下、実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。

【0013】

【実施例】単結晶Si基板上に、電子ビーム蒸着により、MoO<sub>3</sub>、WO<sub>3</sub> およびその混合物のアモルファス薄膜を各々形成した。薄膜の厚みは20~100nmと

した。この薄膜表面に30~50KeVのGa<sup>+</sup>集束イオンビームを照射し、その後、アルカリ溶液によってエッチング処理した。

【0014】H<sub>2</sub>ガス中において約800℃の温度で還元処理し、MoおよびWの金属細線を形成した。図2は、MoO<sub>3</sub>について、細線幅とイオン量との相関を、還元の前(A)と後(B)について評価したものである。この方法によって、MoおよびWの100nm幅以下の細線パターンを得た。

【0015】また、図3は、蒸着手法による差を示しており、電子ビーム蒸着(EB)と、Wボード抵抗加熱(WB)との差異を表している。同様に、Mo、Wの50nm程度までの細線を形成することができた。また、長さ40μmの線の場合には、2~3秒で約50本の細線を作製することができた。

【0016】

【発明の効果】この発明により、以上詳しく説明した通り、1ギガビット級の超LSIの配線やX線マスク、20GHz帯SAW素子等への応用が可能となる。50nm以下の細線化も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の方法を例示した拡大断面工程図である。

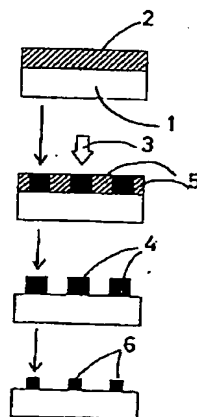
【図2】実施例として示した細線幅とイオン量との相関図である。

【図3】同様に実施例として示した細線幅とイオン量との相関図である。

【符号の説明】

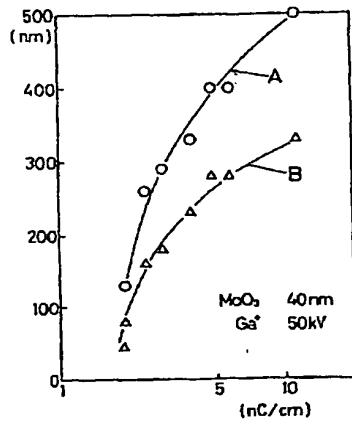
- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | 基板        |
| 2 | 金属酸化物薄膜   |
| 3 | 集束イオンビーム  |
| 4 | イオンビーム照射部 |
| 5 | 非照射部      |
| 6 | 金属        |

【図1】

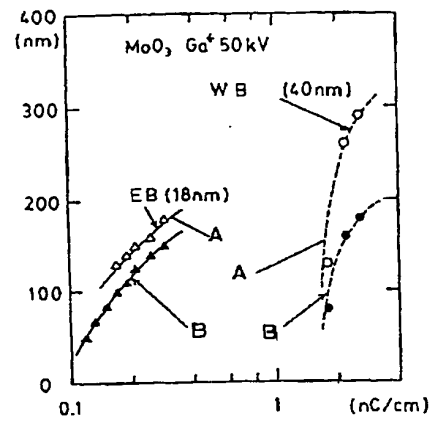


(4)

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号  
7735-4M

F I

H O I L 21/88

技術表示箇所

A